



# Réseaux Locaux Technologie Ethernet



Selma - Département Informatique - IUT Sénart Fontainebleau



Un réseau local désigné communément par LAN, Local Area Network est un réseau

composé de machines sur un secteur géographique restreint couvrant un ou quelques bâtiments.

appartenant à une même entreprise qui décide de la technologie à utiliser au niveau du media : types de câbles, équipements de connexions, etc.

Une problématique essentielle des réseaux locaux est comment décider quelle machine émet sur le media (le câble physique) à un instant donné.

Une technologie de LAN apporte sa propre solution à cette problématique en définissant, entre autres, la technique d'accès au media.

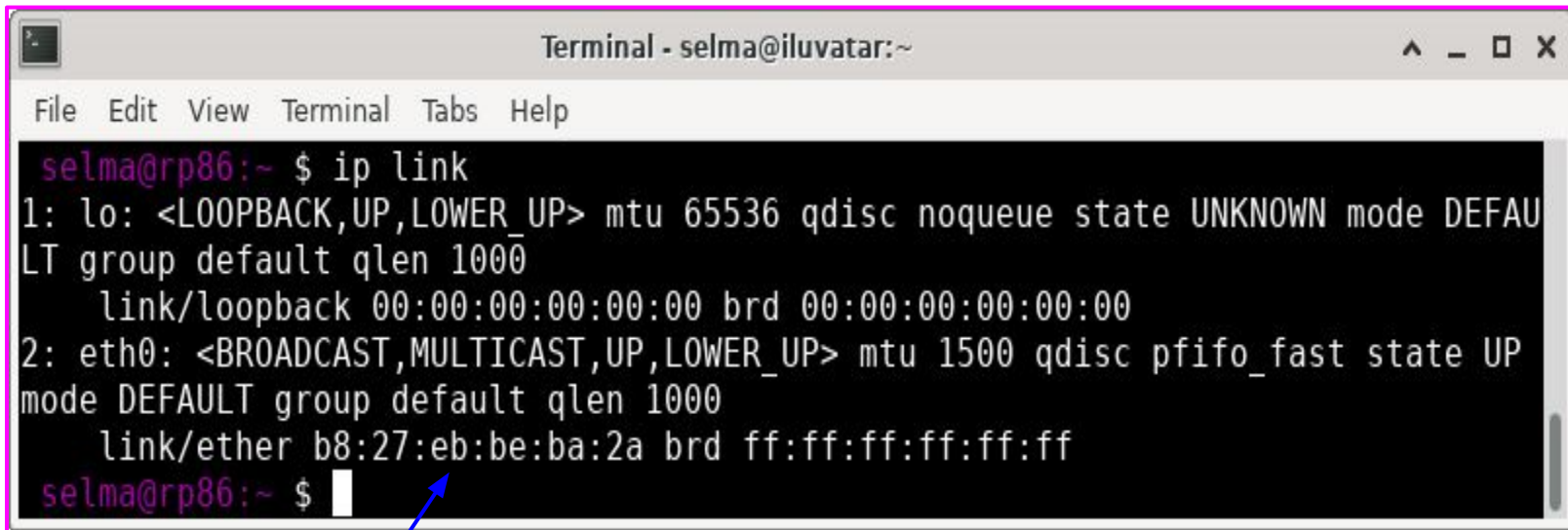
Ces technologies sont dominées par Ethernet qui est largement utilisée partout dans le monde suivie de la technologie Token Ring.

Token Ring est une réalisation de la norme IEEE 802.5 , Ethernet est une réalisation de la norme IEEE 802.3

Les machines sont identifiées au niveau du media par l'adresse MAC, *Medium Access Control*.

Une adresse MAC, appelée parfois adresse physique est écrite dans la carte réseau même.

On peut donner la commande `ip link` pour voir l'adresse MAC.

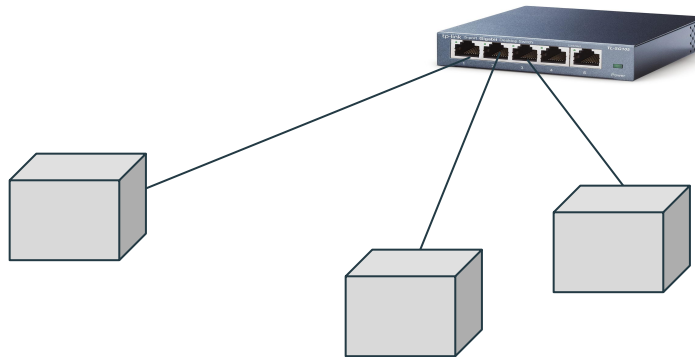


```
Terminal - selma@iluvatar:~
File Edit View Terminal Tabs Help
selma@rp86:~ $ ip link
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN mode DEFAU
LT group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP
mode DEFAULT group default qlen 1000
    link/ether b8:27:eb:be:ba:2a brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
selma@rp86:~ $
```

L'adresse MAC ethernet. Format : 6 octets séparés par le symbole :

## Architecture d'un segment de réseau Ethernet.

Pour que des machines communiquent directement, on les relie à un même équipement : un hub ou un switch.



Switch Ethernet avec, ici, 5 ports RJ45.

**C'est une architecture en étoile.**

Fonctionnement du hub. Le signal arrivé sur un port est diffusé en sortie sur tous les autres ports.

Fonctionnement du switch. Même chose que le hub avec, en plus, une capacité d'apprendre le numéro de port d'attachement des différentes machines. Ainsi, après les premières communications, on ne renvoie plus le signal en entrée sur tous les ports mais uniquement sur le port dont le numéro a été appris comme correspondant à la machine destinataire. Une table des correspondances (addr\_MAC , #port) est maintenu dans le switch.

Les cartes réseaux se parlent au niveau liaison de données *link layer*. Elles se reconnaissent par les adresses MAC.

Les 24 premiers bits constituent un champ qui s'appelle OUI, *Organizationally Unique Identifier*. Il est aussi appelé *code vendor*. Par exemple, dans l'adresse précédente b8:27:eb:be:ba:2e, le vendeur est *Raspberry Pi Foundation*.

Les OUI constituent un standard défini par l'IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers.

IEEE REGISTRATION AUTHORITY vend les vendor codes sous le nom MA-L, *MAC Address Block Large*. La liste des codes vendors peut-être obtenue ici : <https://standards.ieee.org/products-services/regauth/index.html>

Des outils permettent de faire un lookup sur un code vendor donné. Exemple : <https://www.wireshark.org/tools/oui-lookup.html>

Autre exemple.

*brief*

*Driver signals L1 up .... (man 7 netdevice)*

```
Terminal - selma@salle222-05:~  
File Edit View Terminal Tabs Help  
selma@salle222-05:~ $ ip -br link | grep LOWER_UP  
lo                UNKNOWN          00:00:00:00:00:00 <LOOPBACK,UP,LOWER_UP>  
enp5s0            UP                00:0a:f7:81:c2:71 <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP>  
selma@salle222-05:~ $
```

<https://www.wireshark.org/tools/oui-lookup.html> .... 00:0a:f7 → Broadcom

```
Terminal - selma@salle222-05:~  
File Edit View Terminal Tabs Help  
selma@salle222-05:~ $ lspci -k | grep -i ether  
00:19.0 Ethernet controller: Intel Corporation Ethernet Connection I217-LM (rev 04)  
Subsystem: Dell Ethernet Connection I217-LM  
05:00.0 Ethernet controller: Broadcom Inc. and subsidiaries NetXtreme BCM5722 Gigabit Ethernet PCI Express  
Subsystem: Broadcom Inc. and subsidiaries NetXtreme BCM5722 Gigabit Ethernet PCI Express  
selma@salle222-05:~ $
```

La technique Ethernet pour l'accès au media : *Carrier Sensitive Multiple Access with Collision Detection*, CSMA/CD

Plusieurs cartes réseau accèdent au même media (multiple access.)

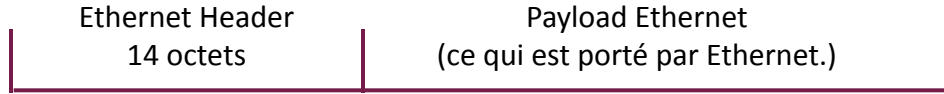
Les cartes réseau écoutent (carrier sensitive) l'activité sur le media.

Si plusieurs cartes émettent en même temps, les signaux entrent en collision → altération.

Alors, avant d'émettre, une carte doit d'abord détecter "le silence" sur le câble (un certain niveau de tension électrique.) .... Mais plusieurs cartes peuvent émettre en même temps.

Dès qu'une carte émet, elle reste à l'écoute de l'activité sur le media. Si elle détecte une collision, elle réémet après un temps calculé par un algorithme implémenté dans la technique. L'algorithme utilise plusieurs paramètres pour réduire le risque de collisions.

L'unité PDU (*Protocol Data Unit*) qui circule au niveau *link layer* s'appelle trame (*frame*.)



La longueur maximale de la payload Ethernet est la MTU : *Maximum Transmission Unit*. C'est un paramètre propre à chaque segment de réseau d'attachement. La valeur par défaut est 1500 octets.

La MTU définit la longueur de ce qui passe les cartes réseau en un seul coup.

La valeur 1500 a été expérimentée comme un meilleur compromis. Une petite MTU engendre une surcharge du réseau. Une grande MTU oblige les passerelles/routeurs traversés de faire de la fragmentation s'ils relaient à des réseaux de plus petite valeur de MTU.

Dans l'en-tête Ethernet est indiqué l'adresse MAC destination et l'adresse MAC source.

Cas particulier du champ MAC\_Dest. Lorsqu'il est à ff:ff:ff:ff:ff:ff alors toutes les cartes réseau sur le segment d'attachement comprennent que c'est une diffusion.



## Le protocole ARP *Address Resolution Protocol*

Les cartes réseau se reconnaissent par leurs adresses MAC (lladdr : link layer address). Les machines se parlent par leurs adresses IP.



Il faut résoudre les correspondances entre les deux types d'adresses. En IPv4, c'est le protocole ARP qui est utilisé à cette fin.

Host\_A   Src: IPv4\_A   Dest: IPv4\_B   MAC\_Dest: ?

Host\_B   IPv4\_B



MAC Dest: ff:ff:ff:ff:ff:ff   MAC Src: MAC\_A   ARP Request: who has IPv4\_B? Tell IPv4\_A



MAC Dest: MAC\_A   MAC Src: MAC\_B   ARP Reply:   IPv4\_B is at MAC\_B

```
Terminal - selma@salle222-05:~
File Edit View Terminal Tabs Help

selma@salle222-05:~ $ ip neigh
172.16.1.30 dev enp5s0 lladdr 24:6e:96:13:28:b4 REACHABLE
172.16.1.21 dev enp5s0 lladdr 34:17:eb:96:a4:01 REACHABLE
selma@salle222-05:~ $
```

```
Terminal - selma@salle222-05:~
File Edit View Terminal Tabs Help

selma@salle222-05:~ $ ping -4 -c 1 salle222-01.arda
PING salle222-01.arda (172.16.2.26) 56(84) bytes of data.
64 bytes from salle222-01.arda (172.16.2.26): icmp_seq=1 ttl=64 time=0.337 ms

--- salle222-01.arda ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.337/0.337/0.337/0.000 ms
selma@salle222-05:~ $
```

```
Terminal - selma@salle222-05:~
File Edit View Terminal Tabs Help

selma@salle222-05:~ $ ip neigh
172.16.1.30 dev enp5s0 lladdr 24:6e:96:13:28:b4 REACHABLE
172.16.2.26 dev enp5s0 lladdr 00:0a:f7:81:c2:1e REACHABLE
172.16.1.21 dev enp5s0 lladdr 34:17:eb:96:a4:01 REACHABLE
selma@salle222-05:~ $
```

File Edit View Terminal Tabs Help

```
selma@salle222-05:~ $ tcpdump -i enp5s0 -e -n!X host 172.16.2.30 and not host 172.16.1.30 and not host 172.16.1.21
```

```
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
```

```
listening on enp5s0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
```

```
14:53:29.747397 00:0a:f7:81:c2:71 > ff:ff:ff:ff:ff:ff, ethertype ARP (0x0806), length 42: Request who-has 172.16.2.51 tell 172.16.2.30, length 28
```

```
0x0000: 0001 0800 0604 0001 000a f781 c271 ac10 .....q..
```

```
0x0010: 021e 0000 0000 0000 ac10 0233 .....3
```

```
14:53:29.747685 00:0a:f7:81:c3:0f > 00:0a:f7:81:c2:71, ethertype ARP (0x0806), length 60: Reply 172.16.2.51 is-at 00:0a:f7:81:c3:0f, length 46
```

```
0x0000: 0001 0800 0604 0002 000a f781 c30f ac10 .....
```

```
0x0010: 0233 000a f781 c271 ac10 021e 0000 0000 .3.....q.....
```

```
0x0020: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 .....3.....
```

```
14:53:29.747709 00:0a:f7:81:c2:71 > 00:0a:f7:81:c3:0f, ethertype IPv4 (0x0800), length 98: 172.16.2.30 > 172.16.2.51: ICMP echo request, id 14688, seq 1, length 64
```

```
0x0000: 4500 0054 6862 4000 4001 75d5 ac10 021e E..Thb@.@.u.....
```

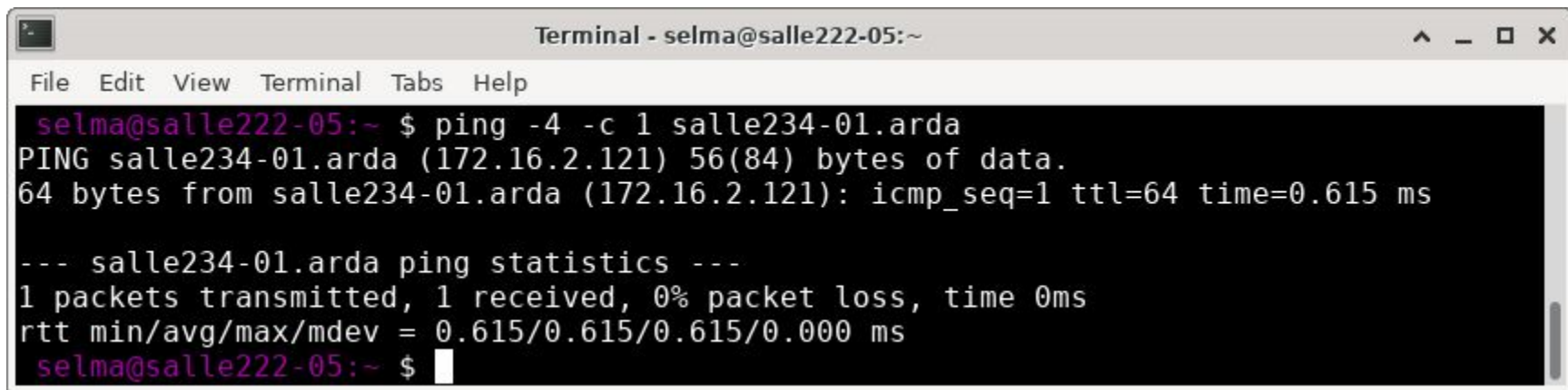
```
0x0010: ac10 0233 0800 022b 3960 0001 e9da ae5e ...3...+9`.....^
```

Avec *tshark*...On prépare une ligne de commande en recueillant le résultat du dump dans un fichier...

A terminal window titled "Terminal - selma@salle222-05:~" with a menu bar (File, Edit, View, Terminal, Tabs, Help). The command entered is `tshark -i enp5s0 -V -f "host 172.16.2.30 and not host 172.16.1.30 and not host 172.16.1.21" | tee trace_tshark.txt`. The output shows "Capturing on 'enp5s0'" and a cursor on a new line.

```
Terminal - selma@salle222-05:~
File Edit View Terminal Tabs Help
selma@salle222-05:~ $ tshark -i enp5s0 -V -f "host 172.16.2.30 and not host 172.16.1.30 and not host 172.16.1.21" | tee trace_tshark.txt
Capturing on 'enp5s0'
$
```

On contacte une machine qui n'est pas connue dans le voisinage.

A terminal window titled "Terminal - selma@salle222-05:~" with a menu bar (File, Edit, View, Terminal, Tabs, Help). The command entered is `ping -4 -c 1 salle234-01.arda`. The output shows the ping details and statistics.

```
Terminal - selma@salle222-05:~
File Edit View Terminal Tabs Help
selma@salle222-05:~ $ ping -4 -c 1 salle234-01.arda
PING salle234-01.arda (172.16.2.121) 56(84) bytes of data.
64 bytes from salle234-01.arda (172.16.2.121): icmp_seq=1 ttl=64 time=0.615 ms

--- salle234-01.arda ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.615/0.615/0.615/0.000 ms
selma@salle222-05:~ $
```

On lit le fichier *trace\_tshark.txt*...

## ARP Request :

```
Terminal - selma@blacksail: ~/IS2/CM/CM3
File Edit View Terminal Tabs Help
Frame 1: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0
.....
[Protocols in frame: eth:ethertype:arp]
Ethernet II, Src: Broadcom_81:c2:71 (00:0a:f7:81:c2:71), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
.....
Source: Broadcom_81:c2:71 (00:0a:f7:81:c2:71)
.....
Type: ARP (0x0806)
Address Resolution Protocol (request)
Hardware type: Ethernet (1)
Protocol type: IPv4 (0x0800)
.....
Opcode: request (1)
Sender MAC address: Broadcom_81:c2:71 (00:0a:f7:81:c2:71)
Sender IP address: 172.16.2.30
Target MAC address: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
Target IP address: 172.16.2.121
:
```

ARP Reply :

```
Terminal - selma@blacksail: ~/IS2/CM/CM3
File Edit View Terminal Tabs Help
Target IP address: 172.16.2.121

Frame 2: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface 0
.....
[Protocols in frame: eth:ethertype:arp]
Ethernet II, Src: e4:54:e8:a1:db:3c (e4:54:e8:a1:db:3c), Dst: Broadcom_81:c2:71 (00:0a:f7:81:c2:71)
Destination: Broadcom_81:c2:71 (00:0a:f7:81:c2:71)
.....
Source: e4:54:e8:a1:db:3c (e4:54:e8:a1:db:3c)
.....
Type: ARP (0x0806)
.....
Address Resolution Protocol (reply)
Hardware type: Ethernet (1)
Protocol type: IPv4 (0x0800)
.....
Opcode: reply (2)
Sender MAC address: e4:54:e8:a1:db:3c (e4:54:e8:a1:db:3c)
Sender IP address: 172.16.2.121
Target MAC address: Broadcom_81:c2:71 (00:0a:f7:81:c2:71)
Target IP address: 172.16.2.30
:
```